

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 800 335 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.10.1997 Patentblatt 1997/41

(51) Int. Cl.⁶: H05B 41/29

(21) Anmeldenummer: 97104699.0

(22) Anmeldetag: 19.03.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH**
81543 München (DE)

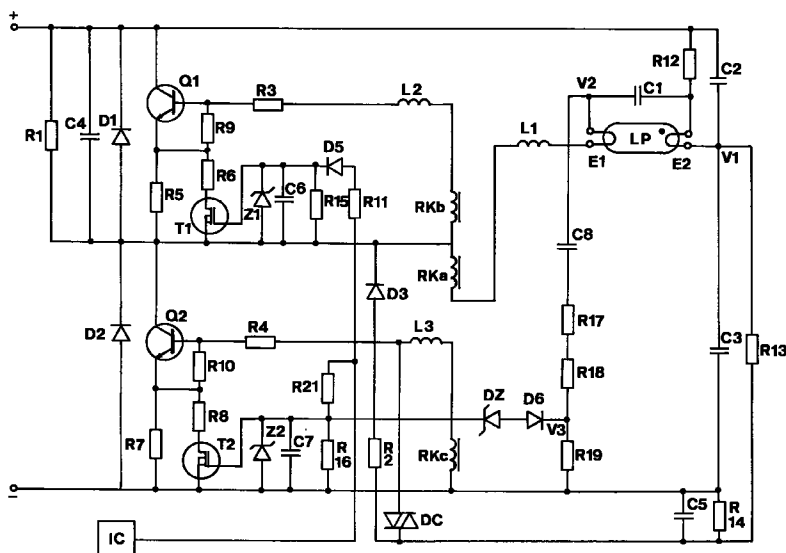
(30) Priorität: 03.04.1996 DE 19613149

(72) Erfinder: **Rudolph, Bernd**
81375 München (DE)

(54) Schaltungsanordnung zum Betrieb elektrischer Lampen

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betrieb elektrischer Lampen mit einem selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter (Q1, Q2). In die Steuerkreise der Halbbrückenwechselrichtertransistoren (Q1, Q2) ist jeweils ein Hilfstransistor (T1, T2) geschaltet, so daß der Emittterwiderstand jedes Halbbrückenwechselrichtertransistors (Q1, Q2) von einer Parallelschaltung gebildet wird, die aus mindestens einem ohmschen Widerstand (R5) bzw. (R7) und der parallel dazu angeordneten Steuerstrecke des entsprechenden Hilfstransistors (T1) bzw. (T2) besteht. Die Steuereingänge beider Hilfstransistoren (T1, T2) sind

außerdem an den Ausgang einer gemeinsamen Steuerung (IC) angeschlossen. Diese Maßnahmen ermöglichen es, den wirksamen Emittterwiderstand und damit die Rückkoppelung des Halbbrückenwechselrichters (Q1, Q2) in Abhängigkeit von den Betriebsphasen der Lampe (LP) umzuschalten und so auf einfache Weise die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters in weiten Grenzen durch die Dimensionierung der Widerstände (R5, R6; R7, R8) der erfindungsgemäßen Parallelschaltungen (R5, R6, T1) bzw. (R7, R8, T2) zu variieren.



EP 0 800 335 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betrieb elektrischer Lampen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Schaltungsanordnung ist beispielsweise in der europäischen Patentschrift EP 0 093 469 offenbart. Diese Schrift beschreibt einen Wechselrichter, insbesondere einen selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter mit zwei alternierend schaltenden Wechselrichtertransistoren, in deren Steuerkreis jeweils eine Zeitschaltvorrichtung angeordnet ist. Diese Zeitschaltvorrichtungen bestehen im wesentlichen jeweils aus einem Hilfstransistor und einem RC-Glied, dessen ohmscher Widerstand durch eine Zenerdiode überbrückt wird, und dessen Kondensator parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Hilfstransistors geschaltet ist. Aufgrund der Zenerdioden besitzen die Zeitschaltvorrichtungen spannungsabhängige Zeitkonstanten, die eine Steuerung der Frequenz und des Tastverhältnisses des Halbbrückenwechselrichters sowie das Einstellen definierter Heiz- und Zündbedingungen für die Niederdruckentladungslampen ermöglichen. Nachteilig wirkt sich hier allerdings die große Toleranzabhängigkeit der Elektrodenvorheiz-, Zünd- und Betriebsparameter von den verwendeten elektronischen Bauteilen aus. Während der Elektrodenvorheizphase wird eine unsymmetrische Steuerung des Halbbrückenwechselrichters angewendet. Aufgrund dessen liefert eine Schaltungsanordnung gemäß der EP 0 093 469 bei gleicher Dimensionierung der Lastkreisbauteile und bei gleicher Spannung an den Lampen während der Elektrodenvorheizphase einen geringeren Heizstrom als eine vergleichbare Schaltungsanordnung mit symmetrischer Ansteuerung des Halbbrückenwechselrichters. Dieser Nachteil der Schaltungsanordnung gemäß der in der vorgenannten Patentschrift beschriebenen Schaltungsanordnung tritt besonders bei den sogenannten T2- und T5-Leuchtstofflampen, die vergleichsweise empfindlichen Elektroden besitzen, hervor. Um mit der Schaltungsanordnung entsprechend der EP 0 093 469 auch für die vorgenannten Lampentypen eine ausreichende Vorheizung der Elektrodenwendeln zu gewährleisten, müßte ein Resonanzkondensator mit einer vergleichsweise großen Kapazität verwendet werden. Diese Maßnahme würde aber zu einer höheren Belastung der gesamten Bauteile der Schaltungsanordnung während des Brennbetriebes der Lampen führen. Insbesondere würde dann der sogenannte Stiftstrom, das ist der durch die Lampenelektrodenwendeln fließende Dauerheizstrom, der sich additiv aus dem Strom durch den parallel zur Lampe angeordneten Resonanzkondensator und aus dem über die Entladungsstrecke der Lampe fließenden Strom zusammensetzt, derart zunehmen, daß mit frühzeitigen Lampenausfällen, bedingt durch eine zu starke thermische Belastung der Elektrodenwendeln, gerechnet werden müßte.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine einen selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter aufweisende

Schaltungsanordnung zum Betrieb elektrischer Lampen mit einer verbesserten, auf die verschiedenen Betriebsphasen der Lampen abgestimmten Ansteuerung der Wechselrichtertransistoren bereitzustellen. Insbesondere soll die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung beim Betrieb der obengenannten Leuchtstofflampen einerseits eine zufriedenstellende Vorheizung der Lampenelektroden gewährleisten und andererseits einen zu starken Anstieg des Stiftstromes vermeiden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung weist einen selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter auf, an dessen Ausgang ein als Resonanzkreis ausgebildeter Lastkreis angeschlossen ist, in dem mindestens eine elektrische Lampe angeordnet ist. Die beiden Wechselrichtertransistoren besitzen einen Steuerkreis, in den jeweils ein Hilfstransistor geschaltet ist. Erfindungsgemäß sind diese Hilfstransistoren derart in die Steuerkreise der Wechselrichtertransistoren geschaltet, daß der Emitter- bzw. Sourcewiderstand dieser Wechselrichtertransistoren von einer Parallelschaltung gebildet wird, die aus mindestens einem ohmschen Widerstand und der parallel dazu angeordneten Steuerstrecke des entsprechenden Hilfstransistors besteht. Außerdem sind die Steuereingänge der beiden Hilfstransistoren erfindungsgemäß an den Ausgang einer gemeinsamen Steuerschaltung angeschlossen. Diese Maßnahmen erlauben es, den effektiven Emitterwiderstand bzw. Sourcewiderstand der Halbbrückenwechselrichtertransistoren und damit die Rückkoppelung für die Halbbrückenwechselrichtertransistoren in Abhängigkeit von den verschiedenen Betriebsphasen - das sind bei Niederdruckentladungslampen: Vorheizung der Lampenelektroden, Zündung der Lampe, Brennbetrieb der Lampe - umzuschalten. Dieses Umschalten der Rückkoppelung für die Halbbrückenwechselrichtertransistoren verändert das Tastverhältnis und/ oder die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters. Die dadurch erzielbare Frequenzverstimmung zwischen der Resonanzfrequenz des Lastkreises und der Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters ermöglicht für jede der drei vorgenannten Betriebsphase eine optimale Anpassung der elektrischen Parameter im Lastkreis. Die Rückkoppelung der Halbbrückenwechselrichtertransistoren läßt sich durch eine geeignete Dimensionierung der ohmschen Widerstände der erfindungsgemäßen Parallelschaltungen, die die Emitterwiderstände bzw. Sourcewiderstände der Halbbrückenwechselrichtertransistoren bilden, in weiten Grenzen beeinflussen.

Vorteilhafterweise besitzen die erfindungsgemäßen Parallelschaltungen, die die Emitterwiderstände der Halbbrückenwechselrichtertransistoren bilden, jeweils wenigstens einen weiteren ohmschen Widerstand, der in Serie zu der Steuerstrecke des entsprechenden Hilfs-

transistors geschaltet und parallel zu dem mindestens einen ohmschen Widerstand der betreffenden Parallelschaltung angeordnet ist. Die Dimensionierung dieser ohmschen Widerstände ist vorteilhafterweise derart gewählt, daß für jede der erfindungsgemäßen, den Emitterwiderstand eines Halbbrückenwechselrichtertransistors bildenden Parallelschaltungen der Gesamtwiderstand der parallel zur Steuerstrecke des Hilfstransistors angeordneten ohmschen Widerstände um ungefähr eine Größenordnung größer als der Gesamtwiderstand der in Serie zu dem Hilfstransistor geschalteten ohmschen Widerstände ist. Diese Maßnahmen gewährleisten, daß die Rückkoppelung des Halbbrückenwechselrichters in weiten Grenzen variiert werden kann.

Vorteilhafterweise ist parallel zu den Steuerstrecken der Hilfstransistoren jeweils ein Kondensator angeordnet, zu denen wiederum jeweils mindestens ein Entladewiderstand parallel geschaltet ist. Außerdem ist der Ausgang der Steuerschaltung jeweils über mindestens einen Ladewiderstand mit den Steuereingängen der Hilfstransistoren verbunden. Die Widerstandswerte dieser Ladewiderstände sind kleiner als die Widerstandswerte der Entladewiderstände, so daß die Zeitkonstante für den Entladevorgang der parallel zu den Hilfstransistoren geschalteten Kondensatoren erheblich größer als die Zeitkonstante für den Ladevorgang dieser Kondensatoren ist. Ferner erfolgt vorteilhafterweise bei mindestens einem Hilfstransistor die Verbindung zum Ausgang der Steuerschaltung über mindestens eine Diode. Diese Maßnahmen gewährleisten eine zuverlässige Ansteuerung der Hilfstransistoren aus einer gemeinsamen Steuerschaltung.

Die Halbbrückenwechselrichtertransistoren sind vorteilhafterweise Bipolartransistoren, während die Hilfstransistoren vorteilhafterweise Feldeffekttransistoren sind.

Das bevorzugte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist außerdem einen Spannungsteiler auf, der über einen Abgriff im Lastkreis mit einem Resonanzkreisbauteil verbunden ist und den Spannungsabfall an diesem Bauteil überwacht. Der Steuereingang einer der Hilfstransistoren ist, vorteilhafterweise über ein Schwellwertelement, an diesen Spannungsteiler angeschlossen. Dieser Spannungsteiler erlaubt es, die elektrische Leitfähigkeit der Drain-Source-Strecke des vorgenannten Hilfstransistors in Abhängigkeit des Spannungsabfalls an dem mit dem Spannungsteiler verbundenen Resonanzkreisbauteil stetig zu variieren. Dadurch verändert sich auch der wirksame Emitterwiderstand des entsprechenden Halbbrückenwechselrichtertransistors stetig. Der obengenannte Spannungsteiler bietet also zusätzlich die Möglichkeit, den Spannungsabfall an dem Resonanzkreisbauteil in kontinuierlicher Weise zu regulieren.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt die Schaltungsanordnung gemäß des bevorzugten Ausführungsbeispiels. Diese Schal-

tungsanordnung dient zum Betrieb einer T5-Leuchtstofflampe LP, die eine elektrische Leistungsaufnahme (Nennleistung) von ungefähr 35 W besitzt. Eine geeignete Dimensionierung der elektrischen Bauteile des bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist in der Tabelle angegeben.

Diese Schaltungsanordnung weist einen mit zwei npn-Bipolartransistoren Q1, Q2 bestückten selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter auf. Der Halbbrückenwechselrichter wird mit einer Gleichspannung versorgt, die auf übliche Weise durch Gleichrichtung aus der Netzspannung gewonnen wird. An den Ausgang M des Halbbrückenwechselrichters ist ein als Resonanzkreis ausgebildeter Lastkreis angeschlossen. Er enthält die Primärwicklung R_{Ka} eines Ringkerntransformators, eine Resonanzinduktivität L1, die Elektrodenwendel E1 der Lampe LP, einen Resonanzkondensator C1 und die Elektrodenwendel E2 der Leuchtstofflampe LP. Die Entladungsstrecke der Niederdruckentladungslampe LP ist parallel zum Resonanzkondensator C1 geschaltet ist. Der Resonanzkondensator C1 ist ferner über die Elektrodenwendel E2 an den Mittenabgriff V1 zwischen den beiden Koppelungskondensatoren C2, C3 angeschlossen, die ihrerseits parallel zum Halbbrückenwechselrichter Q1, Q2 angeordnet sind.

Die Ansteuerung des Halbbrückenwechselrichters erfolgt mit Hilfe des Ringkerntransformators, dessen Primärwicklung R_{Ka} Bestandteil des Lastkreises ist, und dessen Sekundärwicklungen R_{Kb}, R_{Kc} jeweils in einem Steuerkreis der Halbbrückenwechselrichtertransistoren Q1, Q2 angeordnet sind. Um das Anschwingen des Halbbrückenwechselrichters zu gewährleisten, besitzt die Schaltungsanordnung eine Startvorrichtung, die im wesentlichen aus dem Startkondensator C5, dem Diac DC, der Diode D3 und den ohmschen Widerständen R2, R12, R13, R14 besteht. Die beiden Bipolartransistoren Q1, Q2 des Halbbrückenwechselrichters sind jeweils mit einer Freilaufdiode D1, D2 ausgestattet, die parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des entsprechenden Transistors Q1, Q2 geschaltet sind. Parallel zur Freilaufdiode D1 sind ein ohmscher Widerstand R1 und ein Kondensator C4 angeordnet. Soweit entspricht die Schaltungsanordnung einem selbstschwingenden, Halbbrückenwechselrichter wie er beispielsweise auf den Seiten 62-63 des Buches „Schaltnetzteile“ von W. Hirschmann/ A. Hauenstein, Herausgeber Siemens AG offenbart ist.

Die Steuerkreise der beiden Bipolartransistoren Q1, Q2 enthalten jeweils einen Basisvorwiderstand R3 bzw. R4, der über eine Induktivität L2 bzw. L3 mit der in diesem Steuerkreis angeordneten Sekundärwicklung R_{Kb} bzw. R_{Kc} des Ringkerntransformators verbunden ist. Der Emitterwiderstand des Bipolartransistors Q1 wird von einer aus den ohmschen Widerständen R5, R6 und dem Hilfstransistor T1 bestehenden Parallelschaltung gebildet. Diese Parallelschaltung ist derart ausgeführt, daß der niederohmigere Widerstand R6 in Serie

zur Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T1 angeordnet ist und der hochohmigere Widerstand R5 parallel zu dieser aus dem Widerstand R6 und der Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T1 bestehenden Serienschaltung geschaltet ist. Analog dazu wird der Emitterwiderstand des Bipolartransistors Q2 von einer aus den ohmschen Widerständen R7, R8 und dem Hilfstransistor T2 bestehenden Parallelschaltung gebildet. Diese Parallelschaltung ist ebenfalls derart ausgeführt, daß der niederohmigere Widerstand R8 in Serie zur Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T2 angeordnet ist und der hochohmigere Widerstand R7 parallel zu dieser aus dem Widerstand R8 und der Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T2 bestehenden Serienschaltung geschaltet ist. Die Steuerkreise der beiden Halbbrückenwechselrichtertransistoren Q1, Q2 weisen außerdem jeweils einen Basis-Emitter-Parallelwiderstand R9 bzw. R10 auf, der parallel zur Basis-Emitter-Strecke des entsprechenden Bipolartransistors Q1, Q2 geschaltet ist und das Schaltverhalten dieser beiden Bipolartransistoren Q1, Q2 verbessert.

Bei den beiden Hilfstransistoren T1, T2 handelt es sich um Feldeffekttransistoren, die mit Hilfe der Steuerschaltung IC angesteuert werden. Zu diesem Zweck ist der Ausgang der Steuerschaltung IC einerseits über den ohmschen Widerstand R11 und die Diode D5 mit dem Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors T1 und andererseits über den ohmschen Widerstand R21 mit dem Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors T2 verbunden. Parallel zum Gate des Feldeffekttransistors T1 bzw. T2 sind jeweils ein Kondensator C6 bzw. C7 und ein ohmscher Widerstand R15 bzw. R16 geschaltet. Außerdem ist parallel zum Gate jedes Hilfstransistors T1, T2 jeweils eine als Überspannungsschutz dienende Zenerdiode Z1, Z2 angeordnet.

Die Schaltungsanordnung besitzt ferner einen Spannungsteiler, der im wesentlichen aus den Widerständen R17, R18 und R19 besteht. Dieser Spannungsteiler ist über den Kondensator C8 und den Verzweigungspunkt V2 mit einem Anschluß des Resonanzkondensators C1 und mit einem Anschluß der Lampenelektrode E1 verbunden, so daß der Spannungsteiler wechselstrommäßig parallel zum Resonanzkondensator C1 geschaltet ist. Der Mittenabgriff V3 zwischen den Widerständen R18, R19 des Spannungsteilers ist über eine Diode D6 und eine Zenerdiode DZ mit dem Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors T2 verbunden. Die Zenerdiode DZ und die Diode D6 sind gegensinnig gepolt.

Nach dem Einschalten der Schaltungsanordnung lädt sich der Startkondensator C5 über die Widerstände R12, R13 auf die Durchbruchsspannung des Diacs DC auf, der dann Triggerimpulse für die Basis des Bipolartransistors Q2 erzeugt und dadurch das Anschwingen des Halbbrückenwechselrichters veranlaßt. Nach dem Durchschalten des Transistors Q2 wird der Startkondensator C5 über den Widerstand R2 und die Diode D3 soweit entladen, daß der Diac DC keine weiteren Triggerimpulse generiert. Die beiden Wechselrichtertransi-

storen Q1, Q2 schalten alternierend, so daß der Mittenabgriff M der Halbbrücke abwechselnd mit dem Plus- oder Minuspol der Gleichspannungsversorgung verbunden ist. Dadurch wird zwischen den Abgriffen M und V1 im als Serienresonanzkreis ausgebildeten Lastkreis ein mittelfrequenter Wechselstrom erzeugt, dessen Frequenz mit der Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters übereinstimmt. Die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters beträgt üblicherweise mehr als 20 kHz. Die elektronischen Bauteile der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind außerdem so dimensioniert, daß die Taktfrequenz des selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichters oberhalb der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises L1, C1 liegt. Die Hilfstransistoren T1, T2 befinden sich zunächst im gesperrten Zustand, so daß als Emitterwiderstand für die Bipolartransistoren Q1, Q2 nur die hochohmigeren Widerstände R5 bzw. R7 wirksam sind. Diese vergleichsweise großen Emitterwiderstände R5, R7 verursachen eine relativ starke Gegenkoppelung des Halbbrückenwechselrichters. Dadurch erreicht der Ringkerntransformator bereits innerhalb einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne seine Sättigungsmagnetisierung, so daß die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters entsprechend hoch ist. Die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters liegt damit zunächst so weit oberhalb der Resonanzfrequenz des Resonanzkreises L1, C1, daß der sich am Resonanzkondensator C1 aufbauende Spannungsabfall nicht ausreicht, um die Leuchtstofflampe LP zu zünden. Während dieser unmittelbar nach dem Anschwingen des Halbbrückenwechselrichters stattfindenden Elektrodenvorheizphase fließt durch die Elektrodenwendeln E1, E2 der Lampe LP und über den Resonanzkondensator C1 ein mittelfrequenter Heizstrom, der die Elektrodenwendeln E1, E2 erhitzt. Nach Ablauf der durch die Steuerschaltung IC vorbestimmten Vorheizdauer schaltet die Steuerschaltung IC ihre Ausgangsspannung von ca. 0 V auf ungefähr 10 V bis 12 V um, so daß die Steuerspannung zum Durchschalten des Feldeffekttransistors T2 über den Widerstand R21 am Kondensator C7 aufgebaut wird.

Während der Transistor Q2 eingeschaltet ist, das heißt, während der Mittenabgriff M des Halbbrückenwechselrichters auf Massepotential liegt, baut sich analog dazu über den Widerstand R11 und über die Diode D5 am Kondensator C6 die Steuerspannung zum Durchschalten des Feldeffekttransistors T1 auf. Während der Bipolartransistor Q2 eingeschaltet ist wird der Kondensator C6 von der Steuerschaltung IC über den Ladewiderstand R11 und über die Diode D5 auf die zum Durchschalten des Hilfstransistors T1 erforderliche Steuerspannung aufgeladen. Da der Entladewiderstand R15 einen erheblich größeren Widerstandswert als der Ladewiderstand R11 besitzt, ist die Zeitkonstante des Kondensators C6 für den Entladevorgang wesentlich größer als für den Ladevorgang, so daß am Kondensator C6 auch dann noch die zum Durchschalten erforderliche Steuerspannung für den Hilfstransistor T1 anliegt,

wenn die Einschaltdauer des Bipolartransistors Q2 bereits beendet ist. In jeder Einschaltphase des Bipolartransistors Q2 wird der Kondensator C6 über den Widerstand R11 und die Diode D5 nachgeladen.

Bei durchgeschaltetem Feldeffekttransistoren T1 ist der wirksame Emitterwiderstand für den Bipolartransistor Q1 durch den Gesamt- oder Ersatzwiderstand der nun parallel geschalteten Widerstände R5 und R6 gegeben, wenn man von dem Widerstand der Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T1 absieht. Dasselbe gilt in ähnlicher Weise für den wirksamen Emitterwiderstand des Bipolartransistors Q2, der sich bei durchgeschaltetem Hilfstransistor T2 im wesentlichen aus dem Ersatzwiderstand der Parallelwiderstände R7 und R8 ergibt. Aufgrund des nun erheblich niedrigeren effektiven Emitterwiderstandes der Bipolartransistoren Q1, Q2 und der daraus resultierenden verminderten Gegenkoppelung des Halbbrückenwechselrichters sinkt die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters. Die Verstimmung zwischen der Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters und der Resonanzfrequenz des Resonanzkreises L1, C1 sinkt dabei soweit, daß am Resonanzkondensator C1 durch die Methode der Resonanzüberhöhung die zur Zündung der Lampe LP erforderliche Zündspannung erzeugt wird.

Nach dem Durchzünden der Lampe LP stellt die dann elektrisch leitfähige Entladungsstrecke der Lampe LP einen Nebenschluß zum Resonanzkondensator C1 dar, so daß über den Resonanzkondensator C1 nur noch die Betriebsspannung der Lampe LP abfällt.

Wegen der empfindlichen Elektroden E1, E2 der Lampe LP sind die Resonanzkreisbauteile C1, L1 im bevorzugten Ausführungsbeispiel so dimensioniert, daß nur ein relativ geringer Stiftstrom durch die Elektroden E1, E2 fließt. Der Resonanzkreis des bevorzugten Ausführungsbeispiels besitzt daher eine vergleichsweise große Resonanzinduktivität L1 und eine relativ hohe Güte. Aufgrund der hohen Güte des Resonanzkreises kann sich an den Resonanzkreisbauteilen C1, L1 ein hoher Spannungsabfall aufbauen. Der Spannungsteiler R17, R18, R19 bietet nun zusammen mit der Zenerdiode DZ und der Diode D6 eine zusätzliche Möglichkeit, den Spannungsabfall im Resonanzkreis C1, L1 zu begrenzen bzw. zu regulieren.

Am Abgriff V2 im Serienresonanzkreis wird von diesem Spannungsteiler der Spannungsabfall am Resonanzkondensator C1 bzw. an der Lampe LP detektiert und entsprechend der Widerstandswerte der ohmschen Widerstände R17, R18, R19 heruntergeteilt. Solange die Amplitude der Resonanzkondensatorspannung einen kritischen Wert, der durch eine geeignete Dimensionierung der Spannungsteilerwiderstände auf einen gewünschten Wert eingestellt werden kann, unterschreitet bleibt die Zenerdiode DZ und damit auch der Strompfad, der ausgehend vom Gate des Feldeffekttransistors T2 über die Zenerdiode DZ und den Widerstand R19 zum Minuspol der Gleichspannungsquelle führt, stromlos und der Feldeffekttransistor T2 behält sein volles Steuersignal. Erreicht die Amplitude der

Resonanzkondensatorspannung diesen kritischen Wert, so steigt beim Durchlaufen der negativen Halbwelle der Resonanzkondensatorspannung der Spannungsabfall zwischen dem Gate des Feldeffekttransistors T2 und dem Verzweigungspunkt V3 so weit an, daß die Zenerdiode DZ leitfähig wird. Das hat zur Folge, daß das Gate des Feldeffekttransistors T2 nur noch ein reduziertes Steuersignal erhält, da ein Teil des von der Steuerschaltung IC kommenden Steuersignals über die nun leitfähige Zenerdiode DZ und den Spannungsteilerwiderstand R19 zum Minuspol der Gleichspannungsquelle abfließt. Die Gleichrichterdiode D6 ist so gepolt, daß die Zenerdiode DZ nur auf die negative Halbwelle der Resonanzkondensatorspannung sensitiv reagiert. Ein reduziertes Steuersignal für das Gate des Feldeffekttransistors T2 verringert die Leitfähigkeit der Drain-Source-Strecke des Feldeffekttransistors T2 und erhöht so den wirksamen Emitterwiderstand des Bipolartransistors Q2. Der effektive Emitterwiderstand des Bipolartransistors Q2 berechnet sich in diesem Fall aus dem nicht mehr zu vernachlässigenden Widerstand der Drain-Source-Strecke des Hilfstransistors T2 und den Widerstandswerten der ohmschen Widerstände R7 und R8. Diese Erhöhung des effektiven Emitterwiderstandes des Transistors Q2 bewirkt eine verkürzte Einschaltdauer des Bipolartransistors Q2 und vergrößert die Taktfrequenz des Halbbrückenwechselrichters entsprechend, wodurch die Leerlaufspannung am Resonanzkondensator reduziert wird.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das oben näher erläuterte Ausführungsbeispiel. Beispielsweise kann die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung auch zum Dimmen der Lampe LP genutzt werden. Zu diesem Zweck ist die Steuerschaltung IC derart auszubilden, daß sie zur Ansteuerung der Hilfstransistoren T1, T2 nicht nur zwischen zwei Spannungstufen 0 V und 12 V umschaltet, wie beim Ausführungsbeispiel oben beschrieben wurde, sondern außerdem nach dem Zünden der Lampe eine kontinuierlich veränderbare Ausgangsspannung bereitstellt.

Tabelle

Dimensionierung der elektrischen Bauteile der Schaltungsanordnung gemäß des bevorzugten Ausführungsbeispiels	
R1	3,3 M Ω
R2, R11	22 k Ω
R3, R4	8,2 Ω
R5	18 Ω
R6, R8	1 Ω
R7	15 Ω
R9, R10	47 Ω
R12, R13	560 k Ω
R14	1 M Ω
R15	220 k Ω
R16	470 k Ω
R17, R18	330 k Ω
R19	56 k Ω
R21	47 k Ω
C1	3,3 nF
C2, C3	200 nF
C4	1,5 nF
C5, C6, C7	100 nF
C8	100 pF
L1	4 mH
L2, L3	10 μ H
D1, D2, D3, D5	1N4946GP
D6	1N414B
Z1, Z2	Zenerdiode, 12 V
DZ	Zenerdiode, 39 V
DC	Diac
Q1, Q2	BUF 620
T1, T2	STK14N05
IC	Timer, IC 40106
RKa, RKb, RKc	Ringkern R8/4/3,8

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betrieb elektrischer Lampen, wobei die Schaltungsanordnung folgende Merkmale aufweist:

- einen selbstschwingenden Halbbrückenwechselrichter mit zwei alternierend schaltenden Wechselrichtertransistoren (Q1, Q2),
 - einen ersten Hilfstransistor (T1), der in den Steuerkreis des ersten Halbbrückenwechselrichtertransistors (Q1) geschaltet ist,
 - einen zweiten Hilfstransistor (T2), der in den Steuerkreis des zweiten Halbbrückenwechselrichtertransistors (Q2) geschaltet ist,
 - einen an den Ausgang (M) des Wechselrichters angeschlossen, als Resonanzkreis ausgebildeten Lastkreis, in den mindestens eine elektrische Lampe (LP) geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Emitter- bzw. Sourcewiderstand des ersten Halbbrückenwechselrichtertransistors (Q1) von einer Parallelschaltung (R5, T1) gebildet wird, die aus mindestens einem ohmschen Widerstand (R5) und der parallel dazu angeordneten Steuerstrecke des ersten Hilfstransistors (T1) besteht,
 - der Emitter- bzw. Sourcewiderstand des zweiten Halbbrückenwechselrichtertransistors (Q2) von einer Parallelschaltung (R7, T2) gebildet wird, die aus mindestens einem ohmschen Widerstand (R7) und der parallel dazu angeordneten Steuerstrecke des zweiten Hilfstransistors (T2) besteht,
 - die Steuereingänge beider Hilfstransistoren (T1, T2) an den Ausgang einer gemeinsamen Steuerschaltung (IC) angeschlossen sind.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu den Steuerstrecken der Hilfstransistoren (T1, T2) jeweils ein Kondensator (C6, C7) angeordnet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu den Kondensatoren (C6, C7) jeweils mindestens ein Entladewiderstand (R15, R16) geschaltet ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einem Hilfstransistor (T1) die Verbindung zum Ausgang der Steuerschaltung (IC) über mindestens eine Diode (D5) erfolgt.
5. Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der Steuerschaltung (IC) jeweils über mindestens einen Ladewiderstand (R11, R21) mit den Steuereingängen der Hilfstransistoren (T1, T2) verbunden ist, wobei die Widerstandswerte dieser Ladewiderstände (R11, R21) kleiner als die Widerstandswerte der Entladewiderstände (R15, R16) sind.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfstransistoren (T1, T2)

Feldeffekttransistoren sind.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Parallelschaltungen (R5, T1; R7; T2) jeweils wenigstens einen weiteren ohmschen Widerstand (R6; R8) aufweisen, der in Serie zur Steuerstrecke des entsprechenden Hilfstransistors (T1; T2) und parallel zu dem mindestens einen Widerstand (R5; R7) der betreffenden Parallelschaltung (R5, T1; R7; T2) geschaltet ist. 5 10
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereingang mindestens eines Hilfstransistors (T2) an einen Spannungsteiler (R17, R18, R19) angeschlossen ist, der über einen Verzweigungspunkt (V2) im Lastkreis mit einem Resonanzkreisbauteil (C1) verbunden ist. 15
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereingang des mindestens einen Hilfstransistors (T2) über ein Schwellwertelement (DZ) an den Spannungsteiler (R17, R18, R19) angeschlossen ist. 20 25
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (IC) während des Brennbetriebes der Lampe (LP) eine kontinuierlich veränderbare Ausgangsspannung erzeugt. 30

35

40

45

50

55

